



日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 2 年 1 2 月 2 5 日  
Date of Application:

出 願 番 号                      特 願 2 0 0 2 - 3 7 4 6 5 0  
Application Number:

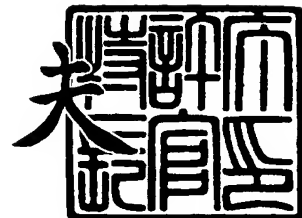
[ST. 10/C]:                      [ J P 2 0 0 2 - 3 7 4 6 5 0 ]

出      願      人                      富士重工業株式会社  
Applicant(s):                      日本ピストンリング株式会社

2 0 0 3 年    8 月    7 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 NY2275

【提出日】 平成14年12月25日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 F02F 3/00  
C22C 38/00

【発明者】

【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿一丁目7番2号 富士重工業株式会  
社内

【氏名】 小田 輝幸

【発明者】

【住所又は居所】 栃木県下都賀郡野木町野木1111番地 日本ピストン  
リング株式会社 栃木工場内

【氏名】 滝口 寛

【特許出願人】

【識別番号】 000005348

【氏名又は名称】 富士重工業株式会社

【特許出願人】

【識別番号】 390022806

【氏名又は名称】 日本ピストンリング株式会社

【代理人】

【識別番号】 100099531

【弁理士】

【氏名又は名称】 小林 英一

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 018175

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】	図面	1
【物件名】	要約書	1
【プルーフの要否】	要	

【書類名】 明細書

【発明の名称】 軽金属合金鑄包み性に優れた鉄系焼結体およびその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 質量%で、C：0.5 ～2.5 %、Cu：5 ～40%を含み、残部Fe および不可避免的不純物からなる組成と、空孔と、基地中に遊離Cu相が分散した組織とを有し、室温から200 ℃までの平均熱膨張係数が $13.5 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ 以下、表面粗さがRz で10～100  $\mu\text{m}$ であり、軽金属合金に鑄包れて使用されることを特徴とする鉄系焼結体。

【請求項 2】 前記鉄系焼結体の表面が、ショットブラスト処理を施されてなることを特徴とする請求項 1 に記載の鉄系焼結体。

【請求項 3】 前記鉄系焼結体の表面が、さらに水蒸気処理を施されてなることを特徴とする請求項 2 に記載の鉄系焼結体。

【請求項 4】 前記基地が、パーライト組織であることを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の鉄系焼結体。

【請求項 5】 前記組織が、さらに遊離黒鉛が分散した組織であることを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の鉄系焼結体。

【請求項 6】 前記空孔が、互いに独立または断続して存在する空孔であることを特徴とする請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の鉄系焼結体。

【請求項 7】 前記空孔の存在比率が、体積率で5 ～35%であることを特徴とする請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載の鉄系焼結体。

【請求項 8】 前記鉄系焼結体が、さらに粒径：150  $\mu\text{m}$  以下の、MnS、CaF<sub>2</sub>、BN、およびエンスタイトのうちから選ばれた1種または2種以上からなる被削性改善用微細粒子を、0.1 ～5 質量%含有することを特徴とする請求項 1 ないし 7 のいずれかに記載の鉄系焼結体。

【請求項 9】 前記組成に加えてさらに、質量%で、Cr：30%以下、Mo：10%以下、Ni：3%以下、Si：3%以下、Mn：2.5%以下、V：5%以下、Ti：5%以下、Nb：3%以下、W：5%以下のうちから選ばれた1種または2種以上を合計で40%以下含有することを特徴とする請求項 1 ないし 8 のいずれかに記載の鉄系焼結体。

【請求項 10】 前記基地が、ベイナイト組織またはマルテンサイト組織、またはそれらの混合組織であることを特徴とする請求項 9 に記載の鉄系焼結体。

【請求項 11】 前記鉄系焼結体が、端面および／または側面に溝を有することを特徴とする請求項 1 ないし 10 のいずれかに記載の鉄系焼結体。

【請求項 12】 前記熱膨張係数が、鋳込み後に室温から 200℃までの平均熱膨張係数で  $15.0 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$  以下であることを特徴とする請求項 1 ないし 11 のいずれかに記載の鉄系焼結体。

【請求項 13】 請求項 1 ないし 12 のいずれかに記載の鉄系焼結体を、鋳包んでなる軽金属合金製部材。

【請求項 14】 鉄系粉末と、銅粉末と、黒鉛粉末と、潤滑剤粉末とを混合し混合粉としたのち、該混合粉を金型に装入し、加圧成形して圧粉体とし、ついで該圧粉体を焼結して焼結体とする鉄系焼結体の製造方法において、前記鉄系粉末を純鉄粉とし、前記混合粉中の鉄系粉末と銅粉末と黒鉛粉末との合計量に対し前記銅粉末を Cu 含有量が 5～40 質量%となるように、前記黒鉛粉を C 含有量が 0.5～2.5 質量%となるように、それぞれ配合し、室温から 200℃までの平均熱膨張係数が  $13.5 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$  以下となるように、前記圧粉成形の成形条件および／または前記焼結の焼結条件を調整し、さらに、前記焼結体にショットブラスト処理を施しあるいはショットブラスト処理を施すことなく、表面粗さを Rz で 10～100  $\mu\text{m}$  とすることを特徴とする軽金属合金鋳込み用鉄系焼結体の製造方法。

【請求項 15】 前記鉄系粉末を純鉄粉に代えて、フェライト系ステンレス鋼粉、マルテンサイト系ステンレス鋼粉、純鉄粉およびフェライト系ステンレス鋼粉、純鉄粉およびマルテンサイト系ステンレス鋼粉のいずれかとすることを特徴とする請求項 14 に記載の鉄系焼結体の製造方法。

【請求項 16】 前記ショットブラスト処理に続いて、さらに水蒸気処理を施すことを特徴とする請求項 14 または 15 に記載の鉄系焼結体の製造方法。

【請求項 17】 前記混合粉が、さらに粒径：150  $\mu\text{m}$  以下の、MnS、CaF<sub>2</sub>、BN、およびエンスタタイトのうちから選ばれた 1 種または 2 種以上からなる被削性改善用微細粒子を、混合粉全量に対し 0.1～5 質量%含有することを特徴とする請求項 14 ないし 16 のいずれかに記載の鉄系焼結体の製造方法。

【請求項 18】 前記混合粉に、さらに合金元素粉としてCr粉、Mo粉、W粉、Fe-Cr 粉、Fe-Mo 粉、Fe-W粉を、単独または複合して、混合粉全量に対し、質量%で、Cr：30%以下、Mo：10%以下、W：5%以下、Si：3%以下、Mn：2.5%以下のうちから選ばれた1種または2種以上を合計で40%以下含有するように配合することを特徴とする請求項 14 ないし 17 のいずれかに記載の鉄系焼結体の製造方法。

【請求項 19】 前記圧粉体が、前記圧粉成形によりまたは前記圧粉成形および加工により該圧粉体の端面および／または側面に溝を形成することを特徴とする請求項 14 ないし 18 のいずれかに記載の鉄系焼結体の製造方法。

【請求項 20】 前記焼結体が、加工により端面および／または側面に溝を形成することを特徴とする請求項 14 ないし 18 のいずれかに記載の鉄系焼結体の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、鉄系焼結体に係り、とくにアルミニウム合金等の軽合金製部材に鋳包まれて使用される、軽金属合金鋳包みに性に優れた鉄系焼結体に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、自動車部品の軽量化および放熱性を高める目的から、軽金属合金の一種である、アルミニウム合金製の自動車部品が一般化しつつある。しかし、アルミニウム合金は、従来の鋳鉄に比べて強度、耐摩耗性、剛性等の機械的特性が低いことや、熱膨張係数が高いことなど、自動車用構造部材としての材料特性が不足する場合があるという問題が生じている。

【0003】

アルミニウム合金製部材の材料特性向上方法の一つに、重力鋳造、ダイカスト鋳造等によって、異種材料を鋳包む技術や、異種材料との複合化技術がある。

例えば、特許文献 1 には、アルミニウム合金製のシリンダブロック本体の下部に取り付けられるアルミニウム合金製ハウジングキャップの軸受部を、鉄系材料

を鋳包んで形成したエンジンブロックが提案されている。特許文献1に記載された技術によれば、アルミニウム合金のみでは得られない強度増加があり、剛性が大幅に向上するとともに、クランクシャフトとの熱膨張率の差によるクリアランス変化量が適正に維持できるとしている。

#### 【0004】

また、特許文献2には、シリンダブロックに取り付けるためのボルト穴の中心線と彎曲したクランク・ジャーナル支持面とで画成される部分の内部を強化繊維で複合強化した内燃機関の軽金属合金製クランク軸支持部材が提案されている。

また、特許文献3には、鉄あるいは鉄系金属をベースとし、これにクロムが10～40重量%含有されてなる金属多孔質予備成形体が記載され、注湯完了から溶湯含浸までに所定のタイムラグが存在する鋳造法で、この予備成形体にアルミニウム合金を含浸させて複合部材とする技術が記載されている。

#### 【0005】

また、特許文献4には、金型内に金属多孔体を保持し、高圧凝固鋳造法により、金属多孔体をアルミニウム合金で鋳ぐるんだのち、450～550℃の温度で加熱保持しアルミニウムと金属多孔体の金属との化合物層を形成する金属間化合物生成処理を施すアルミニウム合金鋳物の製造方法が提案されている。特許文献4に記載された技術によれば、金属多孔体とアルミニウム合金との接合強度が高く、しかも耐久性が向上するとしている。

#### 【0006】

##### 【特許文献1】

特開昭60-219436 号公報

##### 【特許文献2】

実開昭63-150115 号公報

##### 【特許文献3】

特開2001-276961 号公報

##### 【特許文献4】

特公平2-30790 号公報

#### 【0007】

**【発明が解決しようとする課題】**

しかしながら、特許文献1に記載された技術では、軸受部を所望の熱膨張率に調整するために鉄系材料を選択する必要があることに加え、鉄系材料とアルミニウム合金との界面を隙間なく接合することが難しいという問題から設計的な制約があった。またさらに、加工時に、鉄系材料とアルミニウム合金という硬さの異なる材料を同時に切削加工しなければならない問題があり、製造コストの高騰を招くものである。また、鑄包まれる鉄系材料を金型の所定の個所に精度よく配置するために、鉄系材料を精度よく加工しておくことが要求され、更なる製造コスト増加を招くという問題もあった。また、アルミニウム合金との界面を隙間なく接合させるために、鉄系材料表面に、アルミめっき等の表面処理を行う場合もあり、作業工程を複雑にし、製造コストの増加を招くという問題もあった。

**【0008】**

また、特許文献2に記載された技術では、強化繊維を表面に露出させないが、複合化させるための条件が厳しく、強化繊維（セラミック、金属）の場合、溶浸複合化させるためには強化繊維を高温加熱し、さらにアルミニウム合金溶湯を高圧で注入する必要があるが、製造コストの高騰を招き、さらに鑄造作業を複雑かつ困難なものとしている。また、複合化を容易にするために、強化繊維の密度を低下すると所望の部材強度が確保できないという問題があった。また、さらに、強化繊維が、割れやすく鑄包む前の取り扱いが難しく、さらに強化繊維は多孔質体であるため被削性が劣化するという問題がある。また、強化繊維は極めて高価であり、製造コストの高騰に繋がるという問題があった。

**【0009】**

さらに、特許文献3に記載された金属多孔質成形体を使用し、アルミニウム合金を含浸させ複合部材としても、アルミニウム合金が金属多孔質成形体の内部まで十分に溶浸されて複合化しなければならず、したがって、安定して満足できる特性を得るためには、金属多孔質成形体を高温に予熱しておく必要があるという問題があった。

**【0010】**

また、特許文献4に記載された技術では、金属間化合物生成処理を施す必要が

あり、製造工程が複雑となり、製造コストが高騰するという問題があった。

また、一般に多孔質焼結体を軽金属合金で鋳包む際には、鋳包み後の軽金属合金溶湯の溶浸状態が機械的特性や物理的特性に大きく影響することが知られており、このような影響を少なくするために鋳造条件が制約されることが多い。

#### 【0011】

本発明は、上記した従来技術の問題を解決し、アルミニウム合金等軽金属合金に比べ高い強度を有し、しかも鋳造条件の制約をほとんど受けることなく、アルミニウム合金等軽金属合金に鋳包まれたのちに軽金属合金との高い接合強度を有し、かつ軽金属合金に鋳包まれたのちにも軽金属合金に比べ高い強度と低い熱膨張係数を保持でき、さらには被削性にも優れ、安価で、かつ、軽金属合金鋳包み性に優れた鉄系焼結体およびその製造方法を提供することを目的とする。また、本発明は、鉄系焼結体を使用する部材の製造工程を簡素化でき、部材コストの低減に寄与できる鉄系焼結体を提供することも目的とする。

#### 【0012】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明者は、上記した課題を達成するために、鉄系焼結体における、アルミニウム合金等軽金属合金の鋳包み性に及ぼす各種要因について鋭意検討した。その結果、鉄系焼結体の組織を基地中に遊離Cu相が分散した組織とし、さらにショットブラスト処理あるいはさらに水蒸気処理を施し、鉄系焼結体の表面粗さを特定の粗さ範囲とすることにより、鉄系焼結体の軽金属合金鋳包み性が向上し、軽金属合金との接合強度が顕著に向上することを見出した。

#### 【0013】

本発明は、上記した知見に基づき、さらに検討を加えて完成されたものである。すなわち、本発明の要旨はつぎのとおりである。

(1) 質量%で、C：0.5 ～2.5 %、Cu：5 ～40%を含み、残部Feおよび不可避免の不純物からなる組成と、空孔と、基地中に遊離Cu相が分散した組織とを有し、室温から200℃までの平均熱膨張係数が $13.5 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ 以下、表面粗さがR<sub>z</sub>で10～100 μmであり、軽金属合金鋳包み性に優れることを特徴とする鉄系焼結体。

(2) (1) において、前記鉄系焼結体の表面が、ショットブラスト処理を施されてなることを特徴とする鉄系焼結体。

(3) (2) において、前記鉄系焼結体の表面が、さらに水蒸気処理を施されてなることを特徴とする鉄系焼結体。

(4) (1) ないし (3) のいずれかにおいて、前記基地が、パーライト組織であることを特徴とする鉄系焼結体。

(5) (1) ないし (4) のいずれかにおいて、前記組織が、さらに遊離黒鉛が分散した組織であることを特徴とする鉄系焼結体。

(6) (1) ないし (5) のいずれかにおいて、前記空孔が、互いに独立または断続して存在する空孔であることを特徴とする鉄系焼結体。

(7) (1) ないし (6) のいずれかにおいて、前記空孔の存在比率が、体積率で 5 ～ 35 % であることを特徴とする鉄系焼結体。

(8) (1) ないし (7) のいずれかにおいて、前記鉄系焼結体が、さらに粒径：150  $\mu\text{m}$  以下の、 $\text{MnS}$ 、 $\text{CaF}_2$ 、 $\text{BN}$ 、およびエンスタイトのうちから選ばれた 1 種または 2 種以上からなる被削性改善用微細粒子を、0.1 ～ 5 質量 % 含有することを特徴とする鉄系焼結体。

(9) (1) ないし (8) のいずれかにおいて、前記組成に加えてさらに、質量 % で、 $\text{Cr}$ ：30 % 以下、 $\text{Mo}$ ：10 % 以下、 $\text{Ni}$ ：3 % 以下、 $\text{Si}$ ：3 % 以下、 $\text{Mn}$ ：2.5 % 以下、 $\text{V}$ ：5 % 以下、 $\text{Ti}$ ：5 % 以下、 $\text{Nb}$ ：3 % 以下、 $\text{W}$ ：5 % 以下のうちから選ばれた 1 種または 2 種以上を合計で 40 % 以下含有することを特徴とする鉄系焼結体。

(10) (9) において、前記基地が、ベイナイト組織またはマルテンサイト組織、またはそれらの混合組織であることを特徴とする鉄系焼結体。

(11) (1) ないし (10) のいずれかにおいて、前記鉄系焼結体が、端面および／または側面に溝を有することを特徴とする鉄系焼結体。

(12) (1) ないし (11) のいずれかにおいて、前記熱膨張係数が、アルミニウム合金鋳包み後に室温から 200  $^{\circ}\text{C}$  までの平均熱膨張係数で  $15.0 \times 10^{-6} / ^{\circ}\text{C}$  以下であることを特徴とする鉄系焼結体。

(13) (1) ないし (12) のいずれかに記載の鉄系焼結体を、軽金属合金で

鋳包んでなる軽金属合金製部材。

(14) 鉄系粉末と、銅粉末と、黒鉛粉末と、潤滑剤粉末とを混合し混合粉としたのち、該混合粉を金型に装入し、加圧成形して圧粉体とし、該圧粉体を焼結して焼結体とする鉄系焼結体の製造方法において、前記鉄系粉末を純鉄粉とし、前記混合粉中の鉄系粉末と銅粉末と黒鉛粉末との合計量に対し、前記銅粉末をCu含有量が5～40質量%となるように、前記黒鉛粉をC含有量が0.5～2.5質量%となるように、それぞれ配合し、室温から200℃までの平均熱膨張係数が $13.5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 以下となるように、前記圧粉成形の成形条件および／または前記焼結の焼結条件を調整し、さらに、前記焼結体にショットブラスト処理を施しあるいはショットブラスト処理を施すことなく、表面粗さをR<sub>z</sub>で10～100 μmとすることを特徴とする軽金属合金鋳包み性に優れた鉄系焼結体の製造方法。

(15) (14)において、前記鉄系粉末を純鉄粉に代えて、フェライト系ステンレス鋼粉、マルテンサイト系ステンレス鋼粉、純鉄粉およびフェライト系ステンレス鋼粉、純鉄粉およびマルテンサイト系ステンレス鋼粉のいずれかとすることを特徴とする鉄系焼結体の製造方法。

(16) (14)または(15)において、前記ショットブラスト処理に続いて、水蒸気処理を施すことを特徴とする鉄系焼結体の製造方法。

(17) (14)ないし(16)のいずれかにおいて、前記混合粉が、さらに粒径:150 μm以下の、MnS、CaF<sub>2</sub>、BN、およびエンスタイトのうちから選ばれた1種または2種以上からなる被削性改善用微細粒子を、混合粉中の鉄系粉末と銅粉末と黒鉛粉末と被削性改善用微細粒子との合計量に対し、0.1～5質量%含有することを特徴とする鉄系焼結体の製造方法。

(18) (14)ないし(17)のいずれかにおいて、前記混合粉が、さらに合金元素用粉末としてCr粉、Mo粉、W粉、Fe-Cr粉、Fe-Mo粉、Fe-W粉を単独または複合して、混合粉中の鉄系粉末と銅粉末と黒鉛粉末と被削性改善用微細粒子粉末と合金元素用粉末との合計量に対し、質量%で、Cr:30%以下、Mo:10%以下、Ni:3%以下、Si:3%以下、Mn:2.5%以下、V:5%以下、Ti:5%以下、Nb:3%以下、W:5%以下のうちから選ばれた1種または2種以上を合計で40%以下含有することを特徴とする鉄系焼結体の製造方法。

(19) (14) ないし (18) のいずれかにおいて、前記圧粉体が、前記加圧成形により、または前記加圧成形および加工により、該圧粉体の端面および／または側面に溝を形成することを特徴とする鉄系焼結体の製造方法。

(20) (14) ないし (18) のいずれかにおいて、前記焼結体が、加工により端面および／または側面に溝を形成することを特徴とする鉄系焼結体の製造方法。

#### 【0014】

##### 【発明の実施の形態】

本発明における鉄系焼結体は、質量％で、C：0.5～2.5％、Cu：5～40％を含み、あるいはさらに質量％で、Cr：30％以下、Mo：10％以下、Ni：3％以下、Si：3％以下、Mn：2.5％以下、V：5％以下、Ti：5％以下、Nb：3％以下、W：5％以下のうちから選ばれた1種または2種以上を合計で40％以下含有し、残部Feおよび不可避免的不純物からなる基地組成を有する焼結体である。

#### 【0015】

まず、鉄系焼結体基地組成の限定理由について説明する。以下、組成における質量％は単に％と記す。

C：0.5～2.5％

Cは、焼結体の強度、硬さを増加させる元素であり、本発明では強度確保あるいは基地を被削性に優れたパーライト組織とするために、0.5％以上の含有を必要とする。一方、2.5％を超えて含有すると炭化物が粗大化し、却って被削性が低下する。このため、Cは0.5～2.5％に限定した。

#### 【0016】

Cu：5～40％

Cuは、固溶して焼結体の強度を増加させるとともに、遊離Cu相として基地中に析出して、鉄系焼結体が軽金属合金で鑄包まれる際に軽金属合金と反応し、鉄系焼結体と軽金属合金との接合強度を増加させる作用を有する。Cu含有量が5％未満では遊離Cu相の析出がほとんど認められず、所望の接合強度を確保することができない。一方、40％を超えて含有すると、強度等の機械的特性が低下する。このため、Cuは5～40％の範囲に限定した。なお、好ましくは10～30％である。

## 【0017】

Cr:30%以下、Mo:10%以下、Ni:3%以下、Si:3%以下、Mn:2.5%以下、V:5%以下、Ti:5%以下、Nb:3%以下、W:5%以下のうちから選ばれた1種または2種以上を合計で40%以下

Cr、Mo、Ni、Si、Mn、V、Ti、Nb、Wは、いずれも焼結体の強度を増加させる作用を有する元素であり、必要に応じ1種または2種以上含有できる。しかし、Cr:30%、Mo:10%、Ni:3%、Si:3%、Mn:2.5%、V:5%、Ti:5%、Nb:3%、W:5%を超えて含有すると、焼結が困難となり強度が低下する。またとくに、Cr、V、Wが上記した値を超えて含有されると、炭化物が粗大化し被削性が低下する。また、Siが上記した値を超えて含有されると、シリコンの酸化物が増加し、融点が低下するとともに被削性が劣化する。また、これら元素の含有量が合計で40%を超えると、合金元素の均一分布が困難となり強度が低下する。なお、Cr、Mo、Si、V、Ti、Nb、Wは、Feより熱膨張係数が小さく、鉄系焼結体の熱膨張係数の調整用として好適である。

## 【0018】

本発明の鉄系焼結体の基地組成では、上記した成分以外、残部はFeおよび不可避免的不純物である。

また、本発明の鉄系焼結体は、上記した基地組成を有するとともに、さらに、空孔と、基地組織と、基地中に分散した遊離Cu相とを有する組織とする。なお、さらに基地中に体積率で2%以下の遊離黒鉛相を分散させてもよい。

## 【0019】

本発明の鉄系焼結体では、基地組織はパーライト組織とすることが好ましい。基地組織をパーライト組織とすることにより被削性が向上する。なお、基地組織は被削性の観点から、このパーライトに代えて、ソルバイト、トルースタイトとしてもよい。なお、ベイナイト、マルテンサイト、およびそれらの混合組織としても何ら問題はない。

## 【0020】

基地中に分散する遊離Cu相は、体積率で5~30%とすることが好ましい。遊離Cu相が5%未満と少ないと、Cuと軽金属合金との金属間化合物の形成が少なく接

合強度が低下する。一方、30%を超えて多くなると、焼結体強度が軽金属合金の強度以下となり、かえって接合強度も低下する。

基地中に遊離Cu相が多数分散していることにより、鑄包まれたときに、軽金属合金の溶湯と遊離Cu相が反応して金属間化合物を形成するため、軽金属合金の溶湯が鉄系焼結体の奥深くまで浸透せずに接合点を多数確保でき高い接合強度が得られる。

#### 【0021】

また、鉄系焼結体は、空孔を含むが、本発明では、空孔は互いに独立または断続して存在することが好ましい。ここで、「断続した空孔」とは、複数個の空孔が連続しているが、それ以上の多くの数の空孔との連続性を有していない空孔を意味する。本発明でいう「空孔が独立または断続して存在する」とは、次式

$$(\text{連続した空孔量}) / (\text{全空孔量}) \times 100 \%$$

で定義される値が50以下の場合をいうものとする。50超えの場合を空孔が連続しているとする。なお、全空孔量は、アルキメデス法で測定した密度から換算して求めるものとする。また、連続した空孔量は、焼結体を液状のワックス等中に60 min 間浸漬しワックスを浸透させ、浸透前後の重量変化量から換算しその量を求め連続した空孔量とする。

#### 【0022】

空孔が独立または断続して存在することにより、鑄包み時に、溶湯が鉄系焼結体の内部まで浸透することが少なく、軽金属合金の浸透による特性劣化が少なくなり、鉄系焼結体本来の強度、熱膨張係数の維持が可能となる。

なお、本発明の鉄系焼結体の空孔率は5～35体積%とすることが好ましい。空孔率が5体積%未満では加圧成形時に多大の成形圧力を必要とし、大型の成形設備を必要とし、生産性も低下し経済的に不利となる。一方、35体積%を超えると、鑄包む軽金属合金が深部まで溶浸し鉄系焼結体の特性が低下する。なお、空孔率はアルキメデス法で焼結体の密度を測定し、体積%に換算して求めるものとする。

#### 【0023】

また、本発明の鉄系焼結体は、上記した組成の基地中に、被削性改善のため、

被削性改善用微細粒子を分散させることが好ましい。分散させる被削性改善用微細粒子としては、 $\text{MnS}$ 、 $\text{CaF}_2$ 、BNおよびエンスタタイトのうちから選ばれた1種または2種以上とすることが好ましい。 $\text{MnS}$ 、 $\text{CaF}_2$ 、BNおよびエンスタタイトはいずれも、被削性を改善する粒子であり、必要に応じ選択して含有できる。

#### 【0024】

このような被削性改善用微細粒子を基地中に均一分散させることにより、切削中の切粉は、これらの微細粒子と微細粒子間の距離で決定される大きさに分断されるため、切削抵抗は低く維持される。

また、基地中に分散させる被削性改善用微細粒子は、粒径： $150\ \mu\text{m}$ 以下の微細粒子とすることが好ましい。微細粒子の粒径が $150\ \mu\text{m}$ を超えると、境界強度が低下する。なお、好ましくは $5\sim 100\ \mu\text{m}$ である。

#### 【0025】

また、多孔質金属焼結体の基地中に分散させる被削性改善用微細粒子の含有量は、混合粉（鉄系粉末、銅粉末、黒鉛粉末、被削性改善用微細粒子粉末の合計量）に対し $0.1\sim 5$ 質量%とすることが好ましい。被削性改善用微細粒子の含有量が、 $0.1$ 質量%未満では被削性改善の効果が認められない。一方、 $5$ 質量%を越えて含有すると、基地との密着強度および界面の密着強度が低下する。このため、粒径： $150\ \mu\text{m}$ 以下の被削性改善用微細粒子は、 $0.1\sim 5$ 質量%の範囲で含有することが好ましい。

#### 【0026】

また、本発明の鉄系焼結体は、 $R_z$ で $10\sim 100\ \mu\text{m}$ の表面粗さを有する。表面粗さが、 $R_z$ で $10\ \mu\text{m}$ 未満では、十分な表面積の増加が得られず軽金属合金との密着性および接合強度が不足し、一方、 $R_z$ で $100\ \mu\text{m}$ を超えて粗くなると、寸法、精度が不足するとともに、最表面に表層クラックが発生しやすく、密着性及び接合強度が低下する。

#### 【0027】

また、本発明の鉄系焼結体では、上記した表面粗さを有するとともに、さらに図1に示すような、端面および／または側面に溝を有することが好ましい。焼結体の端面および／または側面に溝を形成することにより、表面積が増加し軽金属

合金の溶湯と鉄系焼結体との密着性および接合強度がさらに向上する。なお、端面および／または側面に形成される溝は、金型による圧粉成形時、および／または圧粉体の加工時あるいは焼結体の加工時に形成されることが好ましい。なお、溝の形状は、とくに限定されないが、V字状、円弧状等とすることが好ましい。また、溝の数は、図1(a)，(b)に示すように肉厚、形状、大きさに応じ適宜選択できる。

#### 【0028】

また、上記した基地組成、組織を有する本発明の鉄系焼結体は、室温から200℃までの平均で $13.5 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ 以下の熱膨張係数を有する。室温から200℃までの平均熱膨張係数が $13.5 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ 以下であれば、軽金属合金が断続して存在する空孔に溶浸した場合でも平均熱膨張係数が $15.0 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ 以下とすることができ、例えば、内燃機関の鉄系材料製クランクシャフトの熱膨張係数( $9 \times 10^{-6} \sim 12 \times 10^{-6} / \text{K}$ 程度)に近い値となり、例えば、内燃機関の軸受部に鑄包まれた場合、内燃機関稼動時の軸受部の熱膨張を抑えることができ、軸受部とクランクシャフトとの熱膨張率の差によりクリアランス変化量を適正に維持することができるという効果がある。

#### 【0029】

次に、本発明の鉄系焼結体の製造方法について、説明する。

原料とする鉄系粉末と、銅粉末と、黒鉛粉末と、潤滑剤粉末と、あるいはさらに被削性改善用微細粒子とを混合し混合粉としたのち、これら混合粉を金型に装入して加圧成形して圧粉体とし、ついでこれら圧粉体を焼結して焼結体とする。

原料として使用する鉄系粉末は、純鉄粉および／またはステンレス鋼粉とすることが好ましい。ステンレス鋼粉としてはフェライト系ステンレス鋼粉、またはマルテンサイト系ステンレス鋼粉とすることが好ましい。

#### 【0030】

フェライト系ステンレス鋼としては、SUS430，SUS410L，SUS434が例示でき、その代表組成としては、質量％で、C：0.12％以下、Si：1.0％以下、Mn：1.25％以下、Cr：11～18％、Mo：1.25％以下を含み、必要に応じ、Ni：3％以下、V：5％以下、Ti：5％以下、Nb：3％以下、W：5％以下のうちの1

種または2種以上を含み残部Feおよび不可避免の不純物とすることが好ましい。

#### 【0031】

マルテンサイト系ステンレス鋼としては、SUS420、SUS410、SUS416が例示でき、その代表組成としては、C:0.4%以下、Si:1.0%以下、Mn:1.25%以下、Cr:11.5~14%を含み、必要に応じ、Ni:3%以下、V:5%以下、Ti:5%以下、Nb:3%以下、W:5%以下のうちの1種または2種以上を含み残部Feおよび不可避免の不純物とすることが好ましい。

#### 【0032】

原料として使用する銅粉は、純銅粉を用いることが好ましい。銅粉は混合粉（鉄系粉末、合金元素粉末、銅粉末、黒鉛粉末、被削性改善用微細粒子粉末の合計量）中のCu含有量が、質量%で5~40%となるように添加する。混合粉中のCu含有量が5質量%未満では遊離Cu相の析出が認められない。一方、40%を超えると、強度等の機械的特性が低下する。このため、銅粉は、混合粉中のCu含有量が5~40質量%となるようにした。なお、好ましくは10~30%である。

#### 【0033】

黒鉛粉は、鉄系焼結体の強度を増加させ、基地組織をパーライトとし被削性を向上させる合金元素として添加する。このためには、混合粉中のC含有量が0.5~2.5質量%となるように、調整して添加する必要がある。

また、潤滑剤粉末は、圧粉成形時の成形性を向上し、圧粉密度を増加させるために混合粉中に含有される。潤滑剤粉末としては、ステアリン酸亜鉛等が好ましい。なお、混合粉中の潤滑剤粉末の混合量は、混合粉全量（鉄系粉末、銅粉末、合金元素粉末、黒鉛粉末、被削性改善用微細粒子粉末の合計量）100重量部に対し、0.5~5重量部とすることが好ましい。

#### 【0034】

本発明では、上記した鉄系粉末、銅粉末、黒鉛粉末、潤滑剤粉末に加えてさらに、混合粉には、被削性改善のために、被削性改善用微細粒子粉末を含有することができる。被削性改善用微細粒子粉としては、MnS、CaF<sub>2</sub>、BN、およびエンスタタイトのうちから選ばれた1種または2種以上とすることが好ましい。MnS、CaF<sub>2</sub>、BN、およびエンスタタイトはいずれも、被削性を改善する粒子であり、必

要に応じて選択して含有できる。また、混合粉に添加する被削性改善用微細粒子粉は、粒径： $150\ \mu\text{m}$  以下の微細粒子粉とすることが好ましい。微細粒子粉の粒径が $150\ \mu\text{m}$  を超えると、境界強度が低下する。なお、好ましくは $5\sim 100\ \mu\text{m}$  である。混合粉中に被削性改善用微細粒子粉を含有する場合には、被削性改善用微細粒子粉の含有量は混合粉全量（鉄系粉末、銅粉末、合金元素粉末、黒鉛粉末、被削性改善用微細粒子粉末の合計量）に対し $0.1\sim 5$  質量%とすることが好ましい。 $0.1$  質量%未満では、被削性改善効果が少なく、一方、 $5$  質量%を超えると境界強度が低下する。

#### 【0035】

また、本発明では、上記した混合粉に、さらに合金元素粉末として、Cr粉、Mo粉、W粉、Fe-Cr 粉、Fe-Mo 粉、Fe-W粉を、単独または複合して、混合粉全量（鉄系粉末、合金元素粉末、銅粉末、黒鉛粉末、被削性改善用微細粒子粉末の合計量）に対し、質量%で、Cr： $30\%$ 以下、Mo： $10\%$ 以下、Ni： $3\%$ 以下、Si： $3\%$ 以下、Mn： $2.5\%$ 以下、V： $5\%$ 以下、Ti： $5\%$ 以下、Nb： $3\%$ 以下、W： $5\%$ 以下のうちから選ばれた1種または2種以上を合計で $40\%$ 以下含有するように配合することが好ましい。

#### 【0036】

Cr粉、Mo粉、W粉、Fe-Cr 粉、Fe-Mo 粉、Fe-W粉はいずれも、焼結体の強度向上、熱膨張係数低下のために配合するもので、合計で $40$ 質量%以下となるように配合することが好ましい。配合量が、 $40$ 質量%を超えて配合すると、合金元素の均一性が低下し、強度が劣化する。

なお、混合方法は、とくに限定する必要はないが、Vミルを用いることが経済上から好ましい。

#### 【0037】

上記した混合粉を、金型に装入し加圧成形して所定形状の圧粉体とする。なお、焼結体が、室温から $200\ ^\circ\text{C}$ までの平均熱膨張係数が $13.5\times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ 以下を有するように、圧粉体の加圧成形条件を調整することが好ましい。混合粉の成形方法は、特に限定されないが、プレス等を用いることが好ましい。なお、本発明では、圧粉体（焼結体）の側面および／または端面に、溝が形成されるように予め金

型形状を調整することが好ましい。

#### 【 0 0 3 8 】

ついで、圧粉体を1100～1250℃で焼結して焼結体とする。

なお、焼結条件は、焼結体が、室温から200℃までの平均熱膨張係数が $13.5 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ 以下を有するように、温度、時間を調整することが好ましい。焼結雰囲気は還元雰囲気とすることが焼結促進という観点から好ましい。なお、空孔が単独または断続して存在させるためには、焼結条件を調整して、部分液相焼結を行なうことが好ましい。これにより、空孔が遊離Cu相で塞がれた状態となり空孔が単独および断続して存在する状態となる。

#### 【 0 0 3 9 】

ついで、焼結体は、ショットブラスト処理を施され、表面粗さを $R_z$ で10～100  $\mu\text{m}$ とされる。表面粗さの調整はショット粒径、噴射圧力等を調整して行なう。ショットブラスト処理を施すことにより、表面に形成された酸化皮膜等が除去されて表面が清浄化され、基地中に分散する遊離Cu相が表面に露出される。これにより、軽金属合金の溶湯とのぬれ性が向上し、溶湯との反応が促進され、界面を隙間なく接合でき密着性が向上する。また、密着性が向上することにより、アンカー効果も加わり、密着後の界面強度も向上する。また、ショットブラスト処理により表面の空孔は潰されて、鑄包み時に軽金属合金の溶湯が焼結体内部に多量に浸透することを防止し、鉄系焼結体の特性を鑄包み後にも維持できるという効果も有する。なお、焼結のままで上記した範囲の表面粗さを満足する場合にはショットブラスト処理を施す必要はない。

#### 【 0 0 4 0 】

また、本発明では、ショットブラスト処理に引き続いて、水蒸気処理を施すことが好ましい。水蒸気処理は、550～650℃で30～90min間の水蒸気雰囲気中で処理することが好ましい。この水蒸気処理は、表面に酸化鉄皮膜を形成するとともに遊離Cuの露出を顕著として、軽金属合金の溶湯との反応をより促進し、界面を隙間なく接合でき、さらに密着性が向上するという効果を有する。また、この水蒸気処理により、表面付近の空孔が封孔されて、鑄包み時に軽金属合金の溶物が焼結体内部に多量に浸透することを防止し、鉄系焼結体の特性を鑄包み後にも

維持できる。

#### 【0 0 4 1】

本発明における鉄系焼結体は、例えば、内燃機関の軸受部を形成する鋳型の対応部位に装着し、その鋳型内に軽金属合金（例えば、アルミニウム合金）溶湯を注入し、高圧ダイキャストして軽金属合金製部材を製造する。その後、部材は所定の寸法に切削加工され製品とされる。

上記した製造方法で製造された鉄系焼結体は、鋳型内の対応部位に装着され、軽金属合金溶湯を注入し、高圧ダイキャストして軽金属合金製部材とする。なお、その際に、本発明の鉄系焼結体では従来の鉄系焼結体では必須であった、500～600℃という高温での予熱を必要とせず、常温あるいは200℃程度までの予熱で十分である。このような予熱なし、あるいは低温での予熱によっても、本発明の鉄系焼結体は、軽金属合金溶湯の注入に際し、湯回りがよく、軽金属合金溶湯との密着性および接合強度を確保できるため、鉄系焼結体を鋳包む軽金属合金製部材の製造工程を単純化、簡素化でき、部材製造コストを低減できるという利点を有する。

#### 【0 0 4 2】

以下、本発明を実施例に基づいてさらに詳細に説明する。

#### 【0 0 4 3】

##### 【実施例】

鉄基粉末としての純鉄粉と、銅粉としての純銅粉と、黒鉛粉と、潤滑剤粉末としてのステアリン酸亜鉛粉と、あるいはさらに被削性改善用微細粒子粉としてMnS粉とを、混合し混練して混合粉とした。混合粉における各粉末の配合量を表1に示す。

#### 【0 0 4 4】

これら混合粉を金型に充填し成形プレスにより加圧成形して、図1（a）に示すような形状の圧粉体とした。一部の圧粉体では図1（a）に示すように側面および端面に溝（深さ：0.5 mm）を形成した。また、引張強さ測定用試験片として、JIS Z 2550の規定に準拠した形状のテストピース（圧粉体）を作成した。また、鋳包み後の接合強度測定用試験片として、 $\phi 50 \times 15 \text{ mm}$ のテストピース（圧粉体

）を作成した。

#### 【 0 0 4 5 】

ついで、これら圧粉体を、Cu含有量に応じた適正条件で液相焼結を施し焼結体とした。得られた焼結体に、さらにショットブラスト処理、あるいはさらに水蒸気処理を施した。ショットブラスト処理は、JIS G70 相当のスチールグリッドを、噴射圧力：0.049 MPa(5kgf/cm<sup>2</sup>)で行なった。水蒸気処理の条件は 550℃で90 min とした。

#### 【 0 0 4 6 】

得られた焼結体について、組成、遊離Cu相量、組織、空孔率、空孔の連続性、引張特性、熱膨張係数、表面粗さを測定した。

なお、遊離Cu相量は、焼結体から試験片を採取し、研磨のままの断面について、E P M Aで観察し、画像解析ソフトで遊離Cu相の分散率を測定した。また、採取した試験片の断面をナイトール腐食またはマーブル腐食して、組織を観察し、基地組織を同定した。

#### 【 0 0 4 7 】

また、焼結体の空孔率（体積％）は、アルキメデス法で測定した密度から空孔率（体積率）に換算して求めた。

また、空孔の連続性は、焼結体中の連続した空孔量を測定して判定した。（連続した空孔量）／（全空孔量）×100（％）で定義される値が50以下の場合を、空孔が単独または断続とし、50超えの場合を連続とした。なお、焼結体を液状のワックス等中に60min 間浸漬したのち、浸透したワックス等を脱脂してその浸透したワックス等の量を連続した空孔量とした。また、全空孔量は、アルキメデス法で測定した密度から換算して求めた空孔率（体積％）を用いた。

#### 【 0 0 4 8 】

また、引張特性は、得られた焼結体から、JIS Z 2550の規定に準拠した試験片を採取し、引張試験を実施し、引張強さを求めた。なお、ADC 12の引張強さを基準（1.0）として、それに対する比、引張強さ比で評価した。

また、熱膨張係数は室温から200℃における平均の熱膨張係数を測定した。また、表面粗さは、JIS B 0601-1994 の規定に準拠して、触針式表面粗さ計により

Rz ( $\mu\text{m}$ ) を求めた。

#### 【0049】

なお、一部の焼結体では、純鉄粉 (A) に代えて、表 1 に示すステンレス鋼粉を用いた。ステンレス鋼粉は、(B) フェライト系ステンレス鋼粉 (SUS 430)、(C) マルテンサイト系ステンレス鋼粉 (SUS 410L) とした。また、一部の焼結体では、混合粉にさらに (a) Cr 粉、(b) Mo 粉、(c) W 粉、(d) Fe-Mo 粉、(e) Fe-Cr 粉、(f) Fe-W 粉をそれぞれ配合して焼結体とした。

#### 【0050】

また、これら得られた鉄系焼結体を、補強部材 1 として、図 2 に示すような内燃機関の軸受部 3 の金型所定位置に装着した。なお、装着に際しては、鉄系焼結体を予熱なし、あるいは 200 °C に予熱した。ついで高圧ダイキャストにより、アルミニウム合金溶湯 (JIS ADC12) を注入し、所定寸法の内燃機関のブロック 2a、2b とした。

#### 【0051】

得られた内燃機関の軸受部から、鉄系焼結体との境界部を含む引張試験片を採取し、引張強さを測定した。引張試験片の採取方向は、試験片の軸に対し垂直に境界面を含む方向とした。なお、引張強さ  $\sigma$  は、所望の境界強度  $\sigma_E$  に対する比、接合強度比  $\sigma / \sigma_E$  で評価した。なお、 $\sigma_E$  は表面にアルミめっきした鋳鉄をアルミニウム合金で鋳包んだ場合の境界強度である。また、得られた内燃機関の軸受部から焼結体を含む試験片を採取し、熱膨張測定装置により室温から 200 °C までの平均熱膨張係数を測定した。なお、鋳包むに際し鉄系焼結体を予熱なし、あるいは低温予熱したことにより、従来の鋳鉄を鋳包む場合に比べ、生産能率が 30% 向上し、製造コストが 50% 低減できた。

#### 【0052】

得られた結果を表 2 に示す。

#### 【0053】

#### 【表 1】

混合 粉 No.	混 合 粉						
	鉄基 粉末	他の合金元素粉末	黒鉛 粉末	銅粉	被削性改善用 微細粒子粉		
					種類 ***	平均 粒径 μm	配合量 質量%
1	A	—	1.0	10	—	—	—
2		—	1.5	10	—	—	—
3		—	1.5	15	—	—	—
4		—	1.5	20	—	—	—
5		—	0.8	4	—	—	—
6		—	0.4	20	—	—	—
7		—	3.0	20	—	—	—
8		—	0.5	45	—	—	—
9		—	1.5	20	イ	20	0.60
10		—	1.5	20	ロ	30	0.60
11		—	1.5	20	ハ	30	0.60
12		e:10	1.0	20	イ	20	0.75
13		d:5, e:10	1.0	20	イ	20	0.75
14		d:10	1.0	20	イ	20	0.75
15		f:5	1.0	20	イ	20	0.75
16		a:20	1.0	20	イ	20	0.75
17		b:5	1.0	20	イ	20	0.75
18		c:3	1.0	20	イ	20	0.75
19		e:55	2.5	30	イ	20	0.75
20		a:10, d:10, e:55	2.5	20	イ	20	0.75
21	B	—	2.5	30	イ	20	0.75
22	C	—	2.5	30	イ	20	0.75
23	B	e:50	2.5	30	イ	20	0.75

\*) A:純鉄粉、B:SUS410L、C:SUS430

\*\*) a:Cr粉、b:Mo粉、c:W粉 d:Fe-Mo粉、e:Fe-Cr粉、f:Fe-W粉

\*\*\*) イ: MnS、ロ: CaF<sub>2</sub>、ハ: エンスタタイト

【 0 0 5 4 】

【表 2】

【表 2-1】

試料 No.	混合 粉 No.	焼 結 体										銅包材後特性	備 考								
		ショット 処理	水蒸 気処 理	組成 (含有量: 質量%)			空孔率 体積%	空孔形状	被削性 改善用 粒子量 質量%	遊離 Cu相 面積 %	基 地 組織 ***			表面 粗さ Rz μm	引張 特性 引張 強度 比%	熱膨張 係数 ×10 <sup>-6</sup> K <sup>-1</sup>	銅包材 予熱 温度 ℃	引張 特性 接合 強度比 ****	熱膨張 係数 ×10 <sup>-6</sup> K <sup>-1</sup>		
				C	Cu	その他														その他 合計	残部
1	1	有り	有り	0.9	10	-	-	Fe	15	単独断続	-	8	P	32	2.9	12.2	RT	1.0	12.3	本発明例	
2	2	有り	有り	1.4	10	-	-	Fe	14	単独断続	-	8	P	33	2.9	12.1	RT	1.1	12.3	本発明例	
3	3	有り	無し	1.4	14	-	-	Fe	14	単独断続	-	13	P	26	2.8	12.6	RT	1.0	12.8	本発明例	
4	3	有り	無し	1.4	14	-	-	Fe	14	単独断続	-	13	P	44	2.8	12.6	RT	1.2	12.8	本発明例	
5	3	有り	有り	1.4	14	-	-	Fe	14	単独断続	-	13	P	43	2.7	12.6	200	1.4	12.8	本発明例	
6	4	有り	無し	1.4	18	-	-	Fe	13	単独断続	-	17	P	25	2.6	13.2	200	1.1	13.5	本発明例	
7	4	有り	無し	1.4	18	-	-	Fe	13	単独断続	-	17	P	44	2.6	13.2	200	1.2	13.5	本発明例	
8	4	有り	有り	1.4	18	-	-	Fe	13	単独断続	-	17	P	45	2.6	13.2	200	1.5	13.5	本発明例	
9	4	有り	有り	1.4	18	-	-	Fe	13	単独断続	-	17	P	74	2.6	13.2	200	1.4	13.5	本発明例	
10	4	有り	有り	1.4	18	-	-	Fe	4	単独断続	-	18	P	42	3.1	12.9	200	0.8	-	比較例	
11	4	有り	無し	1.4	18	-	-	Fe	40	連続	-	13	P	41	0.7	11.9	200	2.2	16.5	比較例	
12	4	有り	無し	1.4	18	-	-	Fe	13	単独断続	-	17	P	8	2.6	13.2	200	0.9	-	比較例	

\* 引張強さ比は、ADC 12の引張強さを1.0とした。  
 \*\*\* P: パーライト、B: ベイナイト、M: マルテンサイト  
 \*\*\*\* 銅鉄にアルミめっきした場合の接合強度を1.0とした。

【 0 0 5 5 】

【表 3】

【表 2-2】

試料 No.	混合 粉 No.	焼 結 体										焼包み後特性		備 考				
		ショット ブラスト 処理	水素 処理	組成 (含有量: 質量%)			空孔率		空孔形状	被削性 改質子 含有量 質量%	遊離 Cu相 面積 %	基体 組織 ***	表面 粗さ Rz μm		引張 特性 引張 強度 比%	熱膨張 係数 ×10 <sup>-6</sup> K <sup>-1</sup>	引張 特性 引張 強度 比 ****	熱膨張 係数 ×10 <sup>-6</sup> K <sup>-1</sup>
				C	Cu	その他	その他 合計	残部										
13	4	有り	無し	1.4	18	-	-	Fe	-	17	P	102	2.6	13.2	200	0.9	-	比較例
14	5	有り	無し	0.8	4	-	-	Fe	-	-	P	45	3.3	11.9	200	0.5	-	比較例
15	5	有り	有り	0.8	4	-	-	Fe	-	-	P	81	3.1	11.9	200	0.8	-	比較例
16	6	有り	有り	0.4	18	-	-	Fe	-	16	P	48	0.9	12.0	200	2.1	16.3	比較例
17	7	有り	有り	2.7	18	-	-	Fe	-	18	P	45	0.9	12.7	200	0.7	-	比較例
18	8	有り	無し	0.5	43	-	-	Fe	-	43	P	51	0.8	15.1	200	1.2	-	比較例
19	12	有り	無し	0.9	18	Cr: 6.0	6.5	Fe	MnS:0.75	16	P	27	2.4	12.5	200	1.1	12.7	本発明例
20	13	有り	無し	0.9	18	Cr: 6.0, Mo: 2.5	8.5	Fe	MnS:0.75	16	P	26	2.2	12.2	200	1.1	12.5	本発明例
21	14	有り	無し	0.9	18	Mo: 5.0	5.0	Fe	MnS:0.75	16	P	29	2.1	12.3	200	1.1	12.5	本発明例
22	15	有り	無し	0.9	18	W: 2.5	2.5	Fe	MnS:0.75	16	P	31	2.1	12.3	200	1.1	12.4	本発明例
23	19	有り	無し	0.9	27	Cr: 30.0	30.0	Fe	MnS:0.75	21	M	28	1.6	10.1	200	2.3	13.9	本発明例
24	20	有り	無し	2.4	27	Cr: 40.0, Mo: 5.0	45.0	Fe	MnS:0.75	15	M	24	0.8	10.4	200	2.3	12.7	比較例
25	21	有り	無し	2.4	28	Cr: 8.5, Si: 0.5, Mn: 0.1	9.1	Fe	MnS:0.75	24	M+B	27	1.5	11.9	200	2.1	14.1	本発明例
26	22	有り	無し	2.4	28	Cr: 12.0, Si: 0.5, Mn: 0.1	12.6	Fe	MnS:0.75	24	M+B	33	1.5	11.1	200	2.1	13.9	本発明例
27	23	有り	無し	2.4	28	Cr: 30.0, Si: 0.1	30.1	Fe	MnS:0.75	24	M	31	1.3	10.7	200	2.1	13.8	本発明例

\*\*) 引張強さは、ADC 12の引張強さを1.0とした。  
 \*\*\*) P: パーライト、B: ベイト、M: マルテンサイト  
 \*\*\*\*) 鋼鉄にアルミめっきした場合の接合強度を1.0とした。

## 【0 0 5 6】

本発明例は、予熱なし、あるいは低温予熱で鋳包んだにもかかわらず、いずれも1.0 以上の高い引張強さ比と、1.0 以上の高い接合強度比を有している。また、本発明例では鋳包み後の熱膨張係数が $15.0 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ 以下と、鉄系材料の熱膨張係数に近い値となっている。

一方、本発明の範囲を外れる比較例は、引張強さ比が低いか、接合強度比が低いか、あるいは熱膨張係数が大きく、内燃機関の軸受部に鋳包んだ場合、内燃機関稼動時に軸受部の熱膨張を抑えることができず、軸受部とクランクシャフトとのクリアランス変化量を適正に維持できなくなり騒音・振動を発生する危険性がある。

## 【0 0 5 7】

## 【発明の効果】

本発明によれば、アルミニウム合金等の軽金属合金に比べ高い引張特性等の機械的特性を有し、かつ軽金属合金に鋳包まれたのちにアルミニウム合金等軽金属合金との高い接合強度を有し軽金属合金鋳包み性に優れ、しかも軽金属合金に鋳包まれたのちにも軽金属合金に比べ高い強度と低い熱膨張係数を保持でき、界面を隙間なく接合でき、密着性および接合強度に優れた鉄系焼結体が、安価にしかも容易に安定して製造でき、産業上格段の効果を奏する。また、本発明の鉄系焼結体は、軽金属合金に鋳包む際に必要な予熱が、予熱なしあるいは200 ℃程度の低温予熱で十分であり、従来にくらべ部材製造工程が単純化、あるいは簡素化でき、従来にくらべ内燃機関用部品の製造コストを格段に低減できるという効果もある。また、本発明の鉄系焼結体は、例えば内燃機関軸受部に鋳包まれた場合、内燃機関稼動中にも軸受部とクランクシャフトとのクリアランス変化量を適正に維持できる、という効果もある。

## 【図面の簡単な説明】

## 【図 1】

実施例で使用した鉄系焼結体の形状の一例を模式的に示す概略説明図である。

## 【図 2】

実施例で使用した内燃機関の軸受部近傍の構造を模式的に示す概略説明図であ

る。

【符号の説明】

1 補強部材

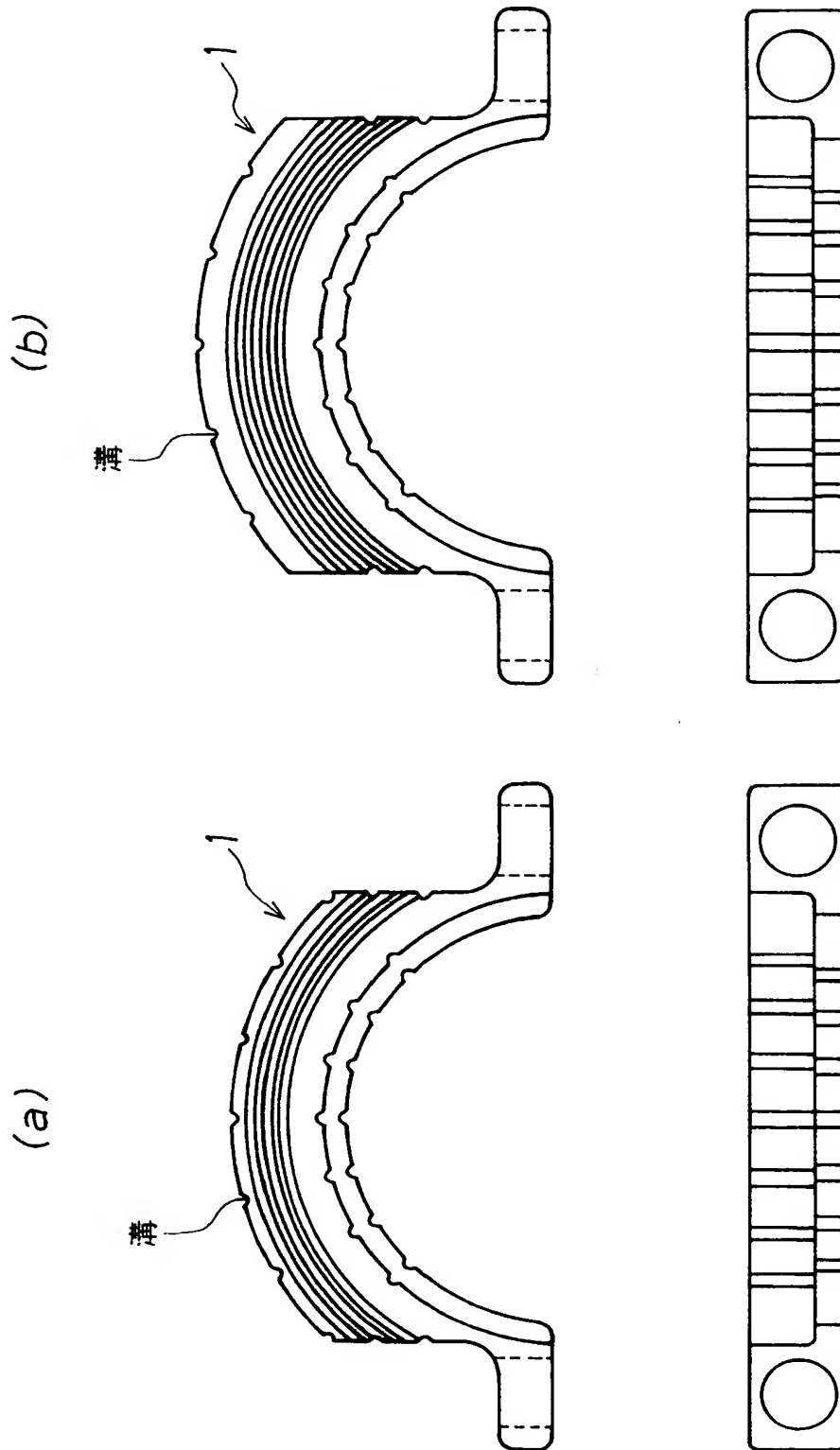
2a、2b、ブロック

3 軸受部

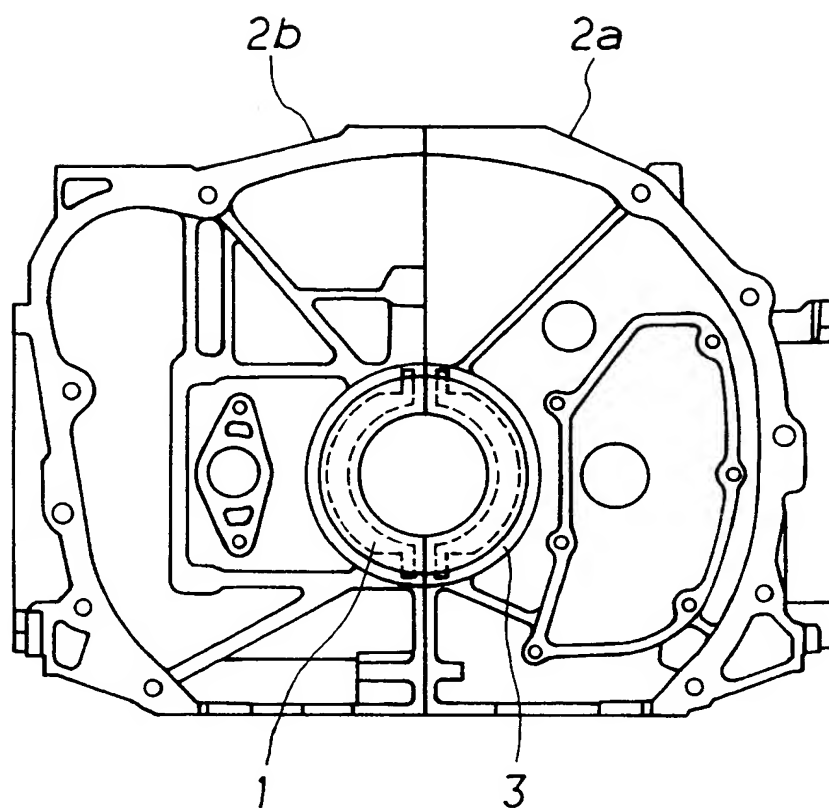
【書類名】

図面

【図 1】



【図 2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 アルミニウム合金等の軽金属合金鑄包み性に優れた鉄系焼結体およびその製造方法を提供する。

【解決手段】 鉄系粉末と、混合粉中のCu含有量が5～40質量%となるように配合された銅粉と、混合粉中のC含有量が0.5～2.5質量%となるように配合された黒鉛粉と、潤滑剤粉末とあるいはさらに被削性改善用微細粒子粉と、を混合し混合粉としたのち、該混合粉を金型に装入し、焼結体で所望の平均熱膨張係数となるように加圧成形し、焼結して焼結体とし、さらに、焼結体にショットブラスト処理あるいはさらに水蒸気処理を施し表面粗さをR<sub>z</sub>で10～100 μmとする。これにより軽金属合金で鑄包み時の密着性および接合強度が増加し鑄包み性が向上する。なお、純鉄粉に代えて、マルテンサイト系ステンレス鋼粉、フェライト系ステンレス鋼粉としても、あるいはさらにCr、Mo、W粉等をさらに配合してもよい。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 2 - 3 7 4 6 5 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 5 3 4 8 ]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年    8 月    9 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都新宿区西新宿一丁目 7 番 2 号

氏 名

富士重工業株式会社

特願 2 0 0 2 - 3 7 4 6 5 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 3 9 0 0 2 2 8 0 6 ]

1. 変更年月日 2 0 0 1 年 5 月 9 日  
[変更理由] 住所変更  
住 所 埼玉県さいたま市本町東五丁目 1 2 番 1 0 号  
氏 名 日本ピストンリング株式会社
2. 変更年月日 2 0 0 3 年 4 月 1 日  
[変更理由] 住所変更  
住 所 埼玉県さいたま市中央区本町東五丁目 1 2 番 1 0 号  
氏 名 日本ピストンリング株式会社